

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. Juli 2003 (17.07.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/058039 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: F01L 13/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04681

(22) Internationales Anmeldedatum:  
19. Dezember 2002 (19.12.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
101 64 493.0 29. Dezember 2001 (29.12.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, 80636 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHÖN, Helmut [AT/AT]; Amordonastrasse 12, A-6820 Frastanz (AT). KUHN, Peter [DE/DE]; Prankelstrasse 61, 69469 Weinheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AI, AM, AU, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

*hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AI, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)*

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: DEVICE FOR VARIABLY ACTUATING THE GAS EXCHANGE VALVES IN RECIPROCATING ENGINES

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR VARIABLEN BETÄTIGUNG DER LADUNGSWECHSELVENTILE IN HUBKOLBENMOTOREN

(57) Abstract: The aim of the invention is to fulfill, better than the prior art, the demands placed by the engine on a variable valve control with regard to the shaping and accuracy of the valve lifting curves with regard to the simplicity of the structural design of the valve drive and of the associated adjusting mechanism and with regard to mechanical losses due to friction. These demands are fulfilled without any additional structural complexity, particularly pertaining to the overall height. This is achieved by the provision of a rotatable drive consisting of a housing (G), a shaft (W), an intermediate element (Z) and of an output element (A).

(57) Zusammenfassung: Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die vom Motor gestellten Anforderungen an eine variable Ventilsteuerung hinsichtlich der Gestaltung und der Genauigkeit der Ventilhubkurven, hinsichtlich der Einfachheit der konstruktiven Gestaltung des Ventilgetriebes und der dazugehörenden Verstellmechanik und hinsichtlich der mechanischen Verluste durch Reibung besser als nach dem Stand der Technik zu erfüllen. Diese Anforderungen werden ohne zusätzlichen Bauaufwand, insbesondere Bauhöhe erfüllt. Die Aufgabe wird mit einem umlaufähigen Getriebe bestehend aus einem Gehäuse (G), einer Welle (W), einem Zwischenglied (Z) und einem Abtriebsglied (A) gelöst.

WO 03/058039 A1

## Beschreibung

Vorrichtung zur variablen Betätigung der Ladungswechselventile in Hubkolbenmotoren

5

Es ist bekannt, daß der Hubverlauf der Ladungswechselventile in Hubkolbenmotoren einen entscheidenden Einfluss auf das Betriebsverhalten und die Betriebswerte des Motors hat. Insbesondere zur Verminderung der Ladungswechselverluste bei ladungsmassengesteuerten Motoren ist ein im Motorbetrieb kontinuierlich veränderbarer Ventilhubverlauf wünschenswert. Dabei kann sowohl eine Veränderung des Hubverlaufs von Ein- und Auslassventilen, als auch eine Veränderung nur bei den Einlassventilen vorteilhaft sein. Für die technische Umsetzung einer solchen variablen Ventilsteuerung sind unter anderen viergliedrige Ventilgetriebe (z.B. DE 26 0 29 554 A1, DE 38 33 540 C2, DE 43 22 449 A1, DE 42 23 172 C1, BMW-valvetronic) bekannt. Diese Ventilgetriebe ermöglichen eine kontinuierliche Veränderung des Ventilhubverlaufs im Motorbetrieb.

Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die vom Motor gestellten Anforderungen an eine variable Ventilsteuerung besser als nach dem Stand der Technik zu erfüllen. Diese Anforderungen beschreiben sich in der Gestaltung der einzelnen Ventilhubverläufe, der erzeugbaren Schar an Ventilhubverläufen, in der Größe der mechanischen Verluste durch Reibung beim Antrieb der Ventile und in der Einfachheit der konstruktiven Gestaltung des Ventilgetriebes und 5 der dazugehörenden Verstellmechanik.

Die einzelnen Ventilhubverläufe und die erzeugbare Schar an Ventilhubverläufen müssen möglichst frei hinsichtlich Öffnungswinkel, Schließwinkel, Ventilhub, Ventilbeschleunigungsverlauf und Phasenlage zum Kurbelwinkel gestaltbar sein. Insbesondere bei kleinen Ventilhuben ist die

5 Anforderung an eine große Gleichheit der Hubverläufe der Ventile der einzelnen Zylinder sehr hoch.

Die konstruktive Gestaltung des Ventilgetriebes und der Verstelleinrichtung muss möglichst einfach ausführbar sein. Hierbei ist besonders zu berücksichtigen, dass bei Verstellung des Ventilhubverlaufs kein Spiel

0 zwischen den Getriebegliedern erzeugt wird. Weiterhin muss aus fertigungstechnischen Gründen und wegen der unterschiedlichen thermischen Dehnung der Bauteile die Möglichkeit gegeben sein, das Abtriebsglied mittels eines Spielausgleichselements im Zylinderkopf zu lagern.

5 Die mechanischen Verluste durch Reibung müssen möglichst klein sein. Diese Anforderungen sind möglichst ohne zusätzlichen Bauaufwand, insbesondere Bauhöhe zu erfüllen.

Die Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmale

0 eines Getriebes zur variablen Betätigung der Ladungswechselventile in Hubkolbenmotoren gelöst.

Das Getriebe besteht aus einem Gehäuse (G), einem Nocken (N), einem Zwischenglied (Z) und einem Abtriebsglied (A). Der Nocken (N) ist in dem

15 Gehäuse (G), zum Beispiel im Zylinderkopf in einem Drehgelenk (ng) umlauffähig geführt und betätigt über ein Kurvengelenk (zn) das Zwischenglied (Z), welches in einem Drehgelenk (zg) in dem Gehäuse (G)

- eindeutig geführt ist. Weiterhin ist das Zwischenglied (Z) mit dem Abtriebsglied (A) über ein Kurvengelenk (za) wirkverbunden. Dieses Kurvengelenk (za) weist am Zwischenglied (Z) einen eine Rast bildenden Abschnitt (Kzar) und einen Steuerabschnitt (Kzas) auf. Der die Rast bildende
- 5 Abschnitt (Kzar) wird durch einen Kreisbogen gebildet, dessen Kreismittelpunkt mit der Drehmitte des Drehgelenkes (zg) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Gehäuse (G) zusammenfällt. Das Abtriebsglied (A) ist im Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (ag) eindeutig geführt und überträgt die Bewegung auf mindestens ein Ventil (V). Zur Veränderung des
- 0 Ventilhubverlaufes ist erfindungsgemäß vorgesehen, die Lage des Kurvengelenkes (za) durch eine Verschiebung (Vzg) der Lage des Drehgelenkes (zg) oder durch eine Verschiebung (Vag) der Lage des Drehgelenkes (ag) zu verändern. Die Veränderung der Lage des Kurvengelenkes (za) beschreibt sich im Bereich der Ventiltrast durch eine
- 5 Verschiebung (Vza) des Kurvengelenkes (za) entlang des die Rast bildenden Abschnitts (Kzar) der Kontur des Zwischengliedes (Z). Die Richtung der Verschiebung (Vzg, Vag) des Drehgelenkes (zg) oder des Drehgelenkes (ag) ist also die der Berührtangenten (vt) im Kurvengelenk (za) während der Ventiltrast. Hierbei ist die sich ändernde tangentialen Richtung (vt) des
- 0 Rastberührungspunktes im Kurvengelenk (za) zu berücksichtigen (vgl. Abbildung 1).

- Die mit der Erfindung erzielten Vorteile ergeben sich daraus, dass alle bewegten Getriebeglieder – Nocken (N), Zwischenglied (Z) und Abtriebsglied
- 5 (A) - in einem Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (ng, zg, ag) eindeutig geführt sind und die Verstellung des Ventilhubverlaufes durch eine Veränderung der Lage des Drehgelenkes (zg) zwischen dem Zwischenglied

(Z) und dem Gehäuse (G) oder durch eine Veränderung der Lage des Drehgelenkes (ag) zwischen dem Abtriebsglied (A) und dem Gehäuse (G) erfolgt. In jedem Fall wird also die Lage eines Drehgelenks (zg, ag) im Gehäuse (G) bei einem Getriebeglied (Z, A) verändert, welches eine hin- und hergehende Bewegung ausführt. Dies ist konstruktiv besonders einfach zu verwirklichen. Eine Veränderung der Lage des Drehgelenkes (ng) des Nockens (N) im Gehäuse (G) ist bedeutend aufwendiger, da dieser als antreibendes Getriebeglied direkt oder indirekt mit der Kurbelwelle verbunden ist und durch eine solche Lageveränderung weitere Bauteile betroffen sind und beeinflusst werden. Durch die erfindungsgemäße Veränderung der Lage des Drehgelenkes (zg) des Zwischengliedes (Z) oder der Lage des Drehgelenkes (ag) des Abtriebsgliedes (A) sind keine weiteren Bauteile betroffen.

Durch die Gestaltung des Abtriebsgliedes (A) wie bei den bekannten dreigliedrigen Nocke-Hebel-Getrieben (Schlepphebel- und Kipphebelgetriebe) können die ebenso bekannten und bestens erprobten Ausgleichselemente, welche Spiele zwischen den Getriebegliedern infolge fertigungsbedingter Toleranzen oder/und unterschiedlicher thermischer Verformung der Getriebeglieder ausgleichen, verwendet werden.

Die erfindungsgemäße Ausführung des Getriebes ermöglicht eine direkte Kraftleitung vom Nocken (N) zum Ventil (V). Die Getriebeglieder (Z, A), die durch ihre hin- und hergehende Bewegung Massenkräfte und Massenmomente verursachen, können erfindungsgemäß klein, leicht und formstief gestaltet werden. Die Lagerung dieser Getriebeglieder (Z, A) in Drehgelenken (zg, ag) im Gehäuse (G) kann spielarm, bzw. spielfrei und steif ausgeführt werden. Hierdurch ist eine hohe Gleichheit des Hubverlaufes

der einzelnen Ventile aller Zylinder auch bei kleinen Ventilhüben und ein Betrieb bei hohen Motordrehzahlen gewährleistet.

Die erfindungsgemäße Ausführung des Getriebes ermöglicht in allen Gleitkontakten die Verwendung von umlauffähigen Wälzlagern oder

5 Gleitlagern. Auf diese Weise wird die Reibleistung zum Antrieb der Ventile minimiert.

Alle oben genannten erfindungsgemäßen Vorteile wirken synergetisch zur Erreichung der oben genannten erfindungsgemäßen Aufgabe. Die erfindungsgemäße Gestaltung des Getriebes besitzt zudem den Vorteil,

0 keinen gegenüber dem Stand der Technik erhöhten Platzbedarf zu verursachen.

Patentanspruch 2 beschreibt die vorteilhafte Gestaltung des Kurvengelenkes (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A), bei welcher

5 die kurvenbestimmende Kontur (Kzar1, Kzas1) ausschließlich am Zwischenglied (Z) angebracht ist. Am Abtriebsglied (A) wird das Kurvengelenk (za) durch einen umlauffähigen Rotationskörper (RA) gebildet (vgl. Abbildungen 2 und 3). Hierdurch wird in diesem Kurvengelenk ein

10 Abwälzen der Kontaktpartner erreicht und die Tangentialbewegung auf die Lagerung der umlauffähigen Rolle (RA) verschoben. Durch die bei Gleitlagern bekannten Werkstoffe und Schmierverhältnisse und durch Verwendung eines kleinen Reibradius wird so die Reibung in diesem Kurvengelenk vermindert.

Die erfindungsgemäße Gestaltung bietet ebenso die Möglichkeit der Verwendung eines Wälzlagers in diesem Kontaktpunkt. Auf diese Weise wird

15 die Tangentialbewegung vollständig durch abwälzende Bewegungen ausgeführt. Ein Gleiten tritt dann in diesem Kurvengelenk (za) nicht mehr auf und die Reibung wird weiter vermindert.

Die bei dieser Ausführungsform vorteilhafte Gestaltung des Getriebes zur Veränderung der Ventilhubkurve ist in den Patentansprüchen 3 und 4 beschrieben.

- ; In Patentanspruch 3 ist eine Lagerung des Drehgelenk (zg) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Gehäuse (G) beschrieben, bei welcher zur Veränderung der Ventilhubkurve das Drehgelenk (zg) in einem Excenter im Gehäuse (G) veränderbar positioniert wird. Der Excentermittelpunkt fällt während der Ventilrast mit dem Mittelpunkt des am Abtriebsglied (A) angebrachten umlauffähigen Rotationskörpers (RA) zusammen. Eine Verdrehung des Excenters bewirkt somit eine Verschiebung (Vzg1) der Lage des Drehgelenkes (zg) entlang des Kreisbogens KbVZ (vgl. Abbildungen 2 und 3).

- ; Patentanspruch 4 beschreibt eine Lagerung des Drehgelenk (ag) zwischen dem Abtriebsglied (A) und dem Gehäuse (G), bei welcher zur Veränderung der Ventilhubkurve die Lage des Drehgelenkes (ag) in einem Excenter im Gehäuse (G) veränderbar positioniert werden kann. Der Excentermittelpunkt fällt mit dem Mittelpunkt des Drehgelenkes (zg) zwischen Zwischenglied (Z) und Gehäuse (G) zusammen. Eine Verdrehung des Excenters bewirkt eine Verschiebung (Vag1) der Lage des Drehgelenkes (ag) entlang des Kreisbogens KbVA1 (vgl. Abbildungen 2 und 3).

- Bei einer Gestaltung des Getriebes, wie in Patentanspruch 3 und 4 beschrieben wird eine Veränderung der Ventilhubkurve erreicht, ohne dass zwischen den Getriebegliedern ein Spiel erzeugt wird. Dies ist u.a. für die Erreichung einer hohen Motordrehzahl und einen geräuscharmen Betrieb erforderlich.

In Patentanspruch 5 ist die vorteilhafte Gestaltung des Zwischengliedes (Z) als Kipphebel beschrieben, bei welchem die Krafrichtung im Kurvgelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) im Wesentlichen entgegen der Krafrichtung im Kurvgelenk (zn) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Nocken (N) zeigt (vgl. Abbildung 2). Diese Ausführungsform bietet den Vorteil die Bauhöhe des Getriebes und damit des Zylinderkopfes klein zu gestalten.

In Patentanspruch 6 ist die vorteilhafte Gestaltung des Zwischengliedes (Z) als Schleppebel beschrieben, bei welchem die Krafrichtung im Kurvgelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) im Wesentlichen gleich der Krafrichtung im Kurvgelenk (zn) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Nocken (N) ist (vgl. Abbildung 3). Diese Ausführungsform bietet den Vorteil die Kraftleitung vom Nocken (N) zum Ventil (V) direkt zu gestalten. Hierdurch werden die im Getriebe wirkenden Kräfte verkleinert. Dadurch wird eine höhere Steifigkeit des Getriebes erreicht und gleichzeitig die Reibung vermindert.

In Patentanspruch 7 ist eine weitere vorteilhafte Gestaltung des Getriebes zur variablen Betätigung der Ladungswechselventile in Hubkolbenmotoren beschrieben, welches aus einem Gehäuse (G), einem Nocken (N), einem Zwischenglied (Z) und einem Abtriebsglied (A) besteht. Der Nocken (N) ist in dem Gehäuse (G), zum Beispiel im Zylinderkopf in einem Drehgelenk (ng) umlauffähig geführt und betätigt über ein Kurvgelenk (zn) das Zwischenglied (Z), welches in einem Drehgelenk (zg) in dem Gehäuse (G) eindeutig geführt ist. Weiterhin ist das Zwischenglied (Z) mit dem Abtriebsglied (A) über ein Kurvgelenk (za) wirkverbunden. Dieses



- Kurvengelenk (za) weist am Abtriebsglied (A) einen eine Rast bildenden Abschnitt (Kazr1) und einen Steuerabschnitt (Kazs1) auf. Der die Rast bildende Abschnitt (Kazr1) wird durch einen Kreisbogen gebildet, dessen Kreismittelpunkt mit der Drehmitte des Drehgelenkes (zg) zwischen dem
- 5 Zwischenglied (Z) und dem Gehäuse (G) zusammenfällt. Das Abtriebsglied (A) ist im Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (ag) eindeutig geführt und überträgt die Bewegung auf mindestens ein Ventil (V). Zur Veränderung des Ventilhubverlaufes ist erfindungsgemäß vorgesehen, die Lage des Kurvengelenkes (za) durch eine Verschiebung (Vag2) der Lage des
- 0 Drehgelenkes (ag) zu verändern. Die Veränderung der Lage des Kurvengelenkes (za) beschreibt sich im Bereich der Ventilrast durch eine Verschiebung (Vaz) des Kurvengelenkes (za) entlang des die Rast bildenden Abschnitts (Kazr1) der Kontur des Abtriebsgliedes (A). Die Richtung der Verschiebung (Vag2) des Drehgelenkes (ag) ist also die der Berührtangenten
- 5 (vt) im Kurvengelenk (za) während der Ventilrast. Die Verschiebung (Vag2) des Drehgelenkes (ag) erfolgt also entlang eines Kreisbogens um das Drehgelenk (zg) (vgl. Abbildung 4).

- Auf diese Weise wird eine Veränderung der Ventilhubkurve erreicht, ohne dass zwischen den Getriebegliedern ein Spiel erzeugt wird. Dies ist u.a. für
- 0 die Erreichung einer hohen Motordrehzahl und einen geräuscharmen Betrieb erforderlich.

- Patentanspruch 8 beschreibt die vorteilhafte Gestaltung des Kurvengelenkes (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A), bei welcher
- 5 die die kurvenbestimmende Kontur (Kazr1, Kazs1) ausschließlich am Abtriebsglied (A) angebracht ist. Am Zwischenglied (Z) wird das Kurvengelenk (za) durch einen umlauffähigen Rotationskörper (RZ) gebildet

- (vgl. Abbildung 4). Hierdurch wird in diesem Kurvengelenk ein Abwälzen der Kontaktpartner erreicht und die Tangentialbewegung auf die Lagerung der umlaufähigen Rolle (RZ) verschoben. Durch die bei Gleitlagern bekannten Werkstoffe und Schmierverhältnisse und durch Verwendung eines kleinen
- 5 Reibradius wird so die Reibung in diesem Kurvengelenk vermindert. Die erfindungsgemäße Gestaltung bietet ebenso die Möglichkeit der Verwendung eines Wälzlagers in diesem Kontaktpunkt. Auf diese Weise wird die Tangentialbewegung vollständig durch abwälzende Bewegungen ausgeführt. Ein Gleiten tritt dann in diesem Kurvengelenk (za) nicht mehr auf und die
- 10 Reibung wird weiter vermindert.

- Bei einer Veränderung der Lage des Drehgelenkes (ag) zwischen dem Abtriebsglied (A) und dem Gehäuse (G), wie in Patentanspruch 6 und 8 vorgeschlagen wird im Kurvengelenk (av) zwischen dem Abtriebsglied (A)
- 5 und dem Ventil (V) eine Bewegung vom Abtriebsglied (A) auf das Ventil (V) übertragen. Da dies zum Ventilöffnen führen würde oder unzulässiges Ventilspiel erzeugen würde, muss eine solche Bewegungsübertragung bei der Größe des Ventilspieles und bei der Gestaltung des Geschwindigkeitsverlaufes im Bereich des Ventilspieles berücksichtigt
- 10 werden, um die Ventilstartgeschwindigkeit und die Ventilschließgeschwindigkeit in zulässigen Grenzen zu halten oder diese Bewegungsübertragung muss von einem Ventilspielausgleichselement ausgeglichen werden. In jedem der beiden Fälle ist es günstig, wenn diese Bewegungsübertragung möglichst klein ist. In Patentanspruch 9 ist die
- 15 vorteilhafte Gestaltung des Abtriebsgliedes (A) und dessen Lage zum Ventil (V) und der Drehmitte (zg) derart beschrieben, dass das Kurvengelenk (av) zwischen dem Abtriebsglied (A) und dem Ventil (V) abtriebsgliedseitig im

Wesentlichen als Kreisbogen (KbV) ausgeführt ist, dessen Kreismittelpunkt auf einer Geraden (gV) liegt, auf welcher ebenso die Drehmitte des Drehgelenkes (zg) zwischen Zwischenglied (Z) und Gehäuse (G) liegt und welche im Wesentlichen parallel zur Ventilbewegung verläuft (vgl. Abbildung 5 4).

In Patentanspruch 10 ist die vorteilhafte Anordnung der Getriebeglieder beschrieben, bei welcher die Einlassventile (VE1) und die Auslassventile (VA1) eines Zylinders mit nur einer Nockenwelle (WEA1) angetrieben werden. Das Einlassventil (VE1) eines Zylinders wird über einen Nocken (NE1), ein Zwischenglied (ZE1) und ein Abtriebsglied (AE1) betätigt, das Auslassventil (VA1) dieses Zylinders wird über einen Nocken (NA1), ein Zwischenglied (ZA1) und ein Abtriebsglied (AA1) betätigt. Beide Nocken (NE1, NA1) sind auf einer Nockenwelle (WEA1) befestigt (vgl. Abbildung 5).

5 Patentanspruch 11 beschreibt eine weitere vorteilhafte Gestaltung des oben beschriebenen Getriebes. Durch eine gezielte Anordnung der Zwischenglieder (ZE2, ZA2) mit ihrem Kurvengelenk (zne, zna) zum Nocken wird erreicht, dass der Antrieb aller Ventile (VE2, VA2) eines Zylinders von einem Nocken (NEA) erfolgt, welcher auf einer Nockenwelle (WEA2) befestigt ist. Der Phasenwinkel zwischen der Hubkurve des Auslassventils (VA2) und der Hubkurve des Einlassventils (VE2) ist dann gleich dem Winkel zwischen den Normalen in den Kurvengelenken (zne, zna) zwischen dem Nocken (NEA) und den beiden Zwischengliedern (ZE2, ZA2) während der Ventilrast (vgl. Abbildung 6). Durch eine Gestaltung des Getriebes, wie in

5 Patentanspruch 10 und 11 beschreiben wird die Zahl der Getriebeglieder pro Motor vermindert und auf diese Weise werden die Gesamtkosten gesenkt.

Weitere Vorteile werden hinsichtlich des erforderlichen Bauraumbedarfs erzielt.

5 In Patentanspruch 12 ist eine vorteilhafte Ausführungsform des Getriebes beschrieben, bei welcher das Kurvengelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) in der gleichen Ebene liegt, in der die Nockenwelle (W) senkrecht steht und in der das Kurvengelenk (zn) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Nocken (N) liegt (vgl. Abbildungen 1-3). Bei derartiger Gestaltung des Getriebes wird eine  
0 größtmögliche Steifigkeit des Getriebes durch direkte Kraftleitung erreicht.

In Patentanspruch 13 ist eine vorteilhafte Ausführungsform des Getriebes beschrieben, bei welcher das Kurvengelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z1) und dem Abtriebsglied (A1) nicht in der gleichen Ebene  
5 liegt, in der die Nockenwelle (W1) senkrecht steht und in der das Kurvengelenk (zn) zwischen dem Zwischenglied (Z1) und dem Nocken (N1) liegt (vgl. Abbildung 7). Eine derartige Gestaltung des Getriebes ermöglicht eine optimale Ausnutzung des vorhandenen Bausraumes.

0 Patentanspruch 14 beschreibt eine vorteilhafte Ausführungsform des Getriebes, bei welcher von einem Nocken (N2) über genau ein Zwischenglied (Z2) über ein oder mehrere Abtriebsglieder (Ai) zwei oder mehrere Ventile (Vi) eines Zylinders betätigt werden (vgl. Abbildung 8). Auf diese Weise wird die Zahl der Getriebeglieder pro Motor vermindert und die Gesamtkosten  
5 werden gesenkt. Weiterhin wird der Konstruktionsaufwand für die Verstelleinrichtung gesenkt und der erforderliche Bauraum verkleinert.

- Bei der erfindungsgemäßen Gestaltung des Getriebes ist die Lage des Zwischengliedes (Z) während der Ventilrast, also wenn das Ventil geschlossen ist und keine Bewegung ausführt, kinematisch nicht eindeutig bestimmt. Durch die Verwendung einer Feder, welche am Zwischenglied (Z) angreift und sich beispielsweise am Gehäuse (G) abstützt, kann ein Moment (MF) erzeugt werden, welches den Kontakt des Zwischengliedes (Z) am Nocken (N) im Kurvengelenk (zn) sicherstellt (vgl. Abbildungen 1-3, ff).
- Patentanspruch 15 beschreibt die vorteilhafte Ausführungsform des Getriebes, bei welcher das Zwischenglied (Z) mittels einer Feder zum
- 1) Nocken (N) der Nockenwelle (W) gedrückt wird. Wird am Zwischenglied (Z) eine Feder derart angebracht, so kann die Auslegung der Feder so erfolgen, dass diese im Wesentlichen die bewegte Drehmasse des Zwischengliedes (Z) kontrolliert und die Ventildfeder dann nur noch die bewegten Massen von Ventil (V) und Abtriebsglied (A) kontrollieren muss, da beide Federn
  - 5 hinsichtlich ihrer Wirkung gleichgerichtet sind. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Kräfte in den Gelenken des Getriebes klein bleiben und die Belastung in den Gelenken kleinstmöglich wird. Weiterhin wird auf diese Weise vorteilhaft die Reibung gesenkt.
- 2) In Patentanspruch 16 ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Getriebes beschrieben, bei welchem zur Bewegungsübertragung vom Nocken (N3) der Nockenwelle (W3) auf das Zwischenglied (Z3) mindestens ein weiteres Getriebeglied (GG) zwischengeschaltet ist (vgl. Abbildung 9). Bei dieser Ausführungsform kann das Getriebe auch bei unten liegenden und bei
- 5 hochgelegten Nockenwellen eingesetzt werden. Solche Anordnungen der Nockenwellen bieten den Vorteil eines besonders einfachen Motoraufbaus mit kleinem Bauraumbedarf.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur variablen Betätigung der Ladungswechselventile in Hubkolbenmotoren bestehend aus einem Gehäuse (G), einem in dem Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (ng) gelagerten Nocken (N), dessen umlaufende Bewegung von der Kurbelwelle abgeleitet ist, einem Abtriebsglied (A), welches in dem Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (ag) eindeutig geführt ist und die Bewegung auf das Ladungswechselventil (V) überträgt und einem Zwischenglied (Z), welches in dem Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (zg) eindeutig geführt ist und mit dem Nocken (N) und mit dem Abtriebsglied (A) jeweils über ein Kurvgelenk (zn, za) verbunden ist, wobei das Kurvgelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) am Zwischenglied (Z) einen eine Rast bildenden Abschnitt (Kzar) und einen Steuerabschnitt (Kzas) aufweist, dessen die Rast bildender Abschnitt (Kzar) durch einen Kreisbogen gebildet wird, dessen Kreismittelpunkt mit der Drehmitte des Drehgelenkes (zg) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Gehäuse (G) zusammenfällt, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage des Kurvgelenkes (za) durch eine relative Verschiebung (Vzg, Vag) der Lage des Drehgelenkes (zg) zum Drehgelenk (ag) veränderbar ist, wobei diese Lageveränderung des Kurvgelenkes (za) im Bereich der Ventilrast durch eine Verschiebung (Vza) entlang des die Rast bildenden Abschnitts (Kzar) der Kontur des Zwischengliedes (Z) beschrieben wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurvgelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) durch einen am Abtriebsglied (A) angebrachten

umlauffähigen Rotationskörper (RA) und durch eine Kurve (Kzar1, Kzas1) am Zwischenglied (Z) gebildet wird.

3. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,  
5 dass zur Veränderung der Ventilhubkurve die Lage des Drehgelenkes (zg) zwischen Zwischenglied (Z) und Gehäuse (G) entlang eines Kreisbogens (KbVZ) veränderbar ist, dessen Kreismittelpunkt mit der Drehmitte des am Abtriebsglied (A) angebrachten umlauffähigen Rotationskörpers (RA) während der Ventilrast zusammenfällt.  
0
4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Veränderung der Ventilhubkurve die Lage des Drehgelenkes (ag) zwischen dem Abtriebsglied (A) und dem Gehäuse (G) entlang eines Kreisbogens (KbVA1) veränderbar ist, dessen Kreismittelpunkt mit  
5 der Drehmitte des Drehgelenkes (zg) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Gehäuse (G) zusammenfällt.
5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass  
0 das Zwischenglied (Z) im Wesentlichen als Kipphebel ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass  
das Zwischenglied (Z) im Wesentlichen als Schleppebel ausgebildet ist.
7. Vorrichtung zur variablen Betätigung der Ladungswechselventile in  
5 Hubkolbenmotoren bestehend aus einem Gehäuse (G), einem in dem Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (ng) gelagerten Nocken (N), dessen umlaufende Bewegung von der Kurbelwelle abgeleitet ist, einem

- Abtriebsglied (A), welches in dem Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (ag) eindeutig geführt ist und die Bewegung auf das Ladungswechselventil (V) überträgt und einem Zwischenglied (Z), welches in dem Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (zg) eindeutig geführt ist und mit dem Nocken (N) und mit dem Abtriebsglied (A) jeweils über ein Kurvgelenk (zn, za) verbunden ist, wobei das Kurvgelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) einen eine Rast bildenden Abschnitt und einen Steuerabschnitt aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der die Rast bildende Abschnitt des Kurvgelenkes (za) von einer Kurve (Kazr1) am Abtriebsglied (A) gebildet wird, welche ein Kreisbogen ist, dessen Kreismittelpunkt mit der Drehmitte des Drehgelenkes (zg) zusammenfällt und dass die Lage des Kurvgelenkes (za) durch eine Verschiebung (Vag2) der Lage des Drehgelenks (ag) veränderbar ist, wobei diese Lageveränderung der Lage des Kurvgelenkes (za) im Bereich der Ventilrast durch eine Verschiebung (Vaz) entlang des die Rast bildenden Abschnitts (Kazr1) der Kontur des Abtriebsgliedes (A) beschrieben wird.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurvgelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) am Zwischenglied (Z) durch einen umlauffähigen Rotationskörper (RZ) gebildet wird.
9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 - 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurvgelenk (av) zwischen dem Abtriebsglied (A) und dem Ventil (V) abtriebsgliedseitig im Wesentlichen durch einen Kreisbogen (KbV)



gebildet wird, dessen Kreismittelpunkt auf einer Geraden (gV) liegt, auf welcher die Drehmitte des Drehgelenkes (zg) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Gehäuse (G) liegt und welche im Wesentlichen parallel zur Ventilbewegung verläuft.

5

10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1-9, dadurch gekennzeichnet, dass das Einlassventil (VE) eines Zylinders über einen Nocken (NE), ein Zwischenglied (ZE) und ein Abtriebsglied (AE) und das Auslassventil (VA) dieses Zylinders über einen Nocken (NA), ein Zwischenglied (ZA) und ein Abtriebsglied (AA) betätigt wird und dass Nocken (NE, NA) auf einer Nockenwelle (WEA1) befestigt sind.

0

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenglieder (ZE, ZA) zur Betätigung der Ein- und Auslassventile (VE, VA) eines Zylinders von genau einem Nocken (NEA) einer Nockenwelle (WEA2) betätigt werden.

5

12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1-11, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurvengelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) in der gleichen Ebene liegt, in der die Nockenwelle (W) senkrecht steht und in der das Kurvengelenk (zn) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Nocken (N) liegt.

0

13. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1-11, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurvengelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z1) und dem Abtriebsglied (A1) nicht in der Ebene liegt, in der die Nockenwelle (W1)

5

senkrecht steht und in der das Kurvengelenk (zn) zwischen dem Zwischenglied (Z1) und dem Nocken (N1) liegt.

14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1-13, dadurch gekennzeichnet, dass  
5 ein Nocken (N2) genau ein Zwischenglied (Z2) betätigt, welches über ein oder mehrere Abtriebsglieder (Ai) zwei oder mehrere Ventile (Vi) eines Zylinders betätigt werden.
15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1-14, dadurch gekennzeichnet, dass  
0 das Zwischenglied (Z) mittels einer Feder zum Nocken (N) der Nockenwelle (W) gedrückt wird.
16. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1-15, dadurch gekennzeichnet, dass  
5 zur Bewegungsübertragung vom Nocken (N3) der Nockenwelle (W3) auf das Zwischenglied (Z3) mindestens ein weiteres Getriebeglied (GG) zwischengeschaltet ist.

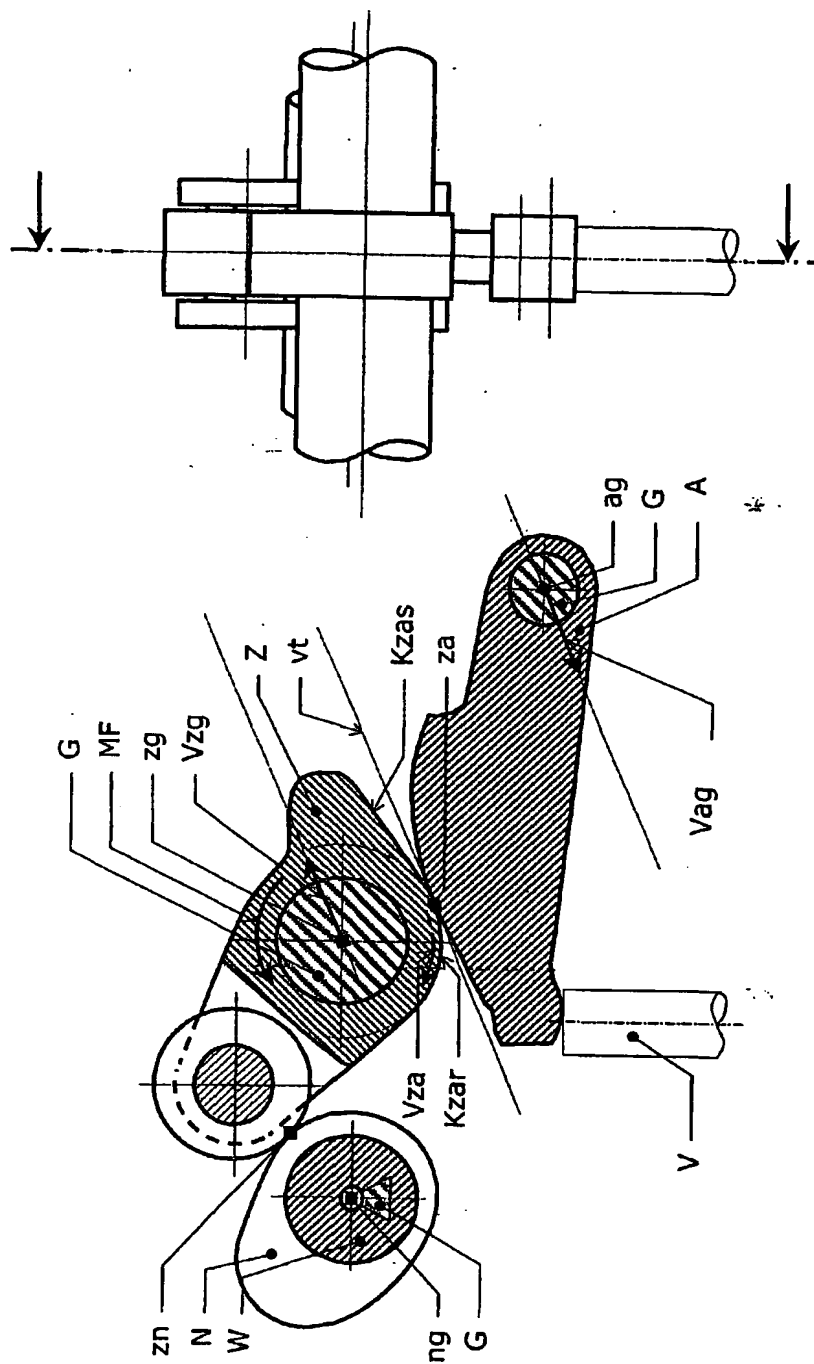


Abbildung 1

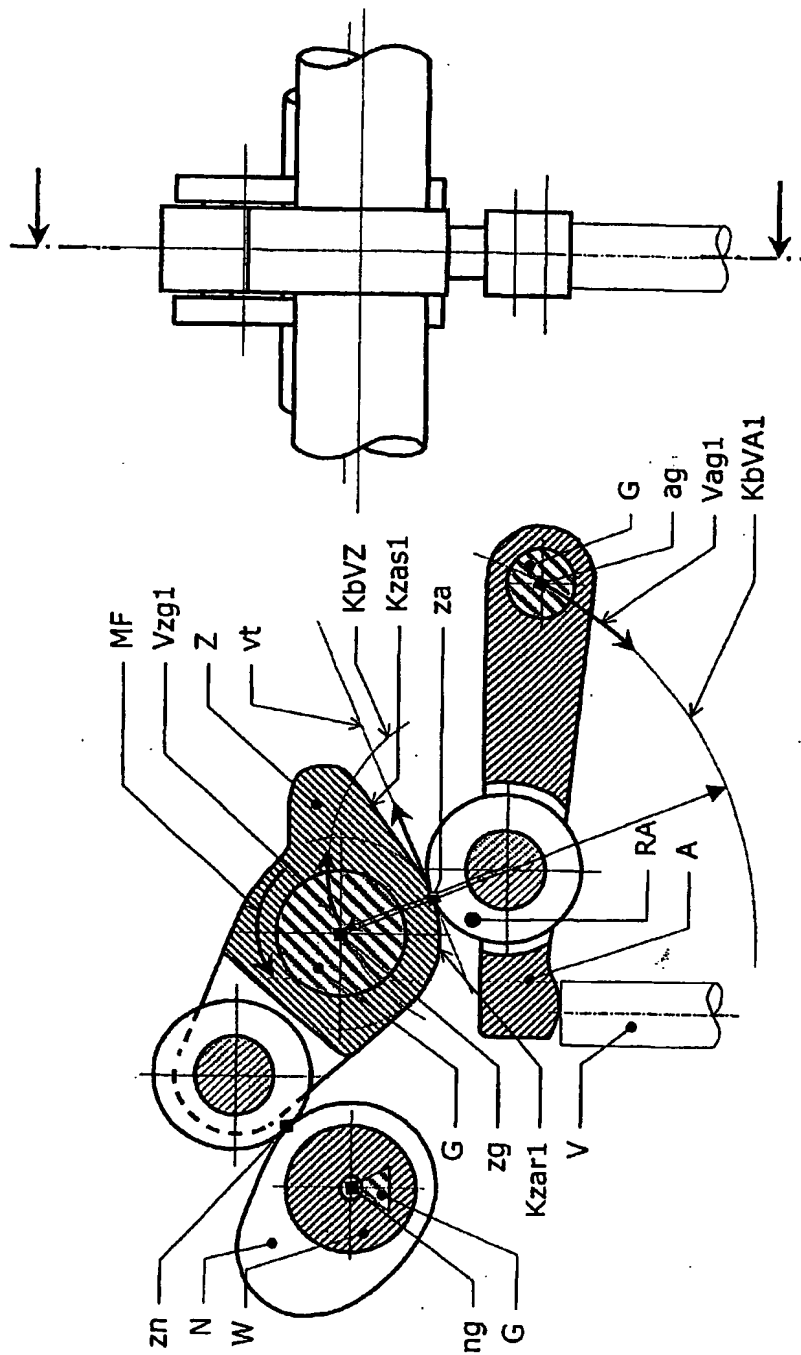


Abbildung 2

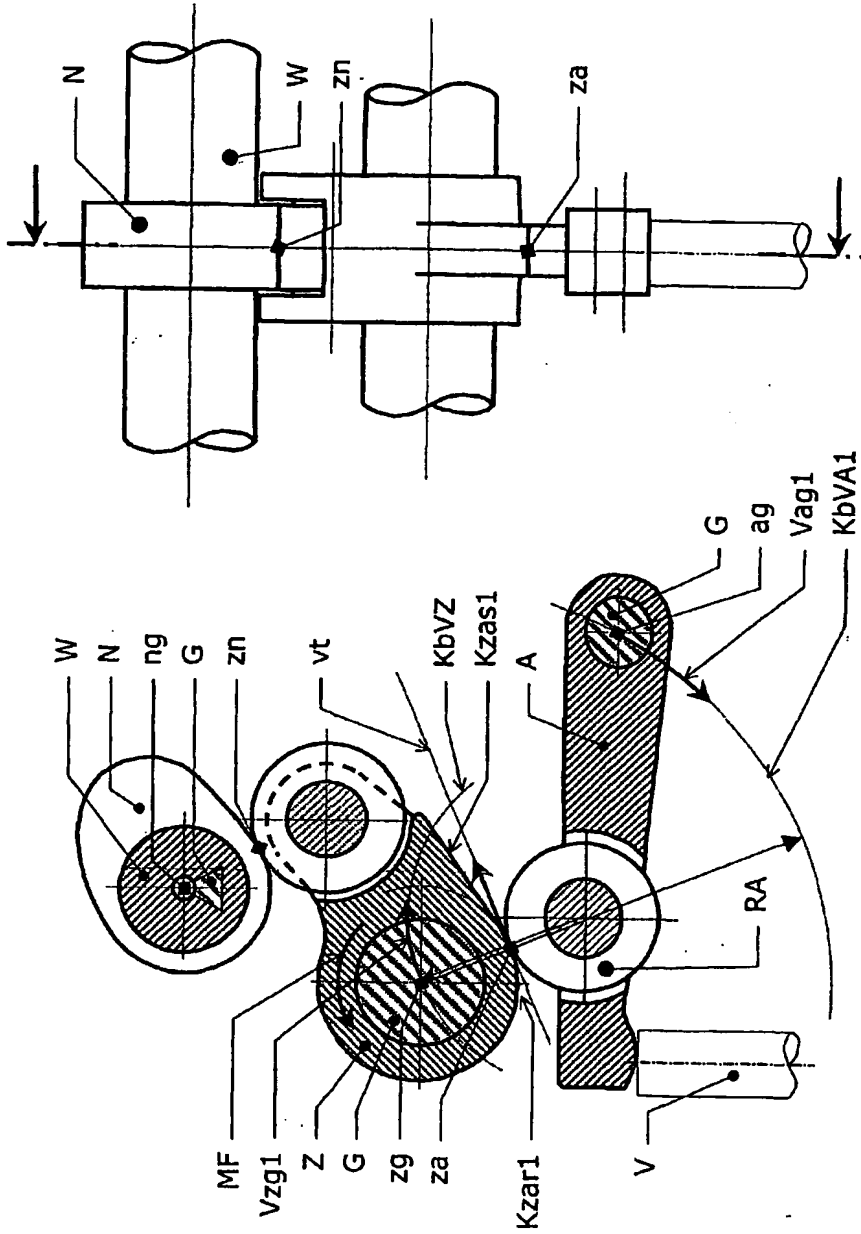


Abbildung 3

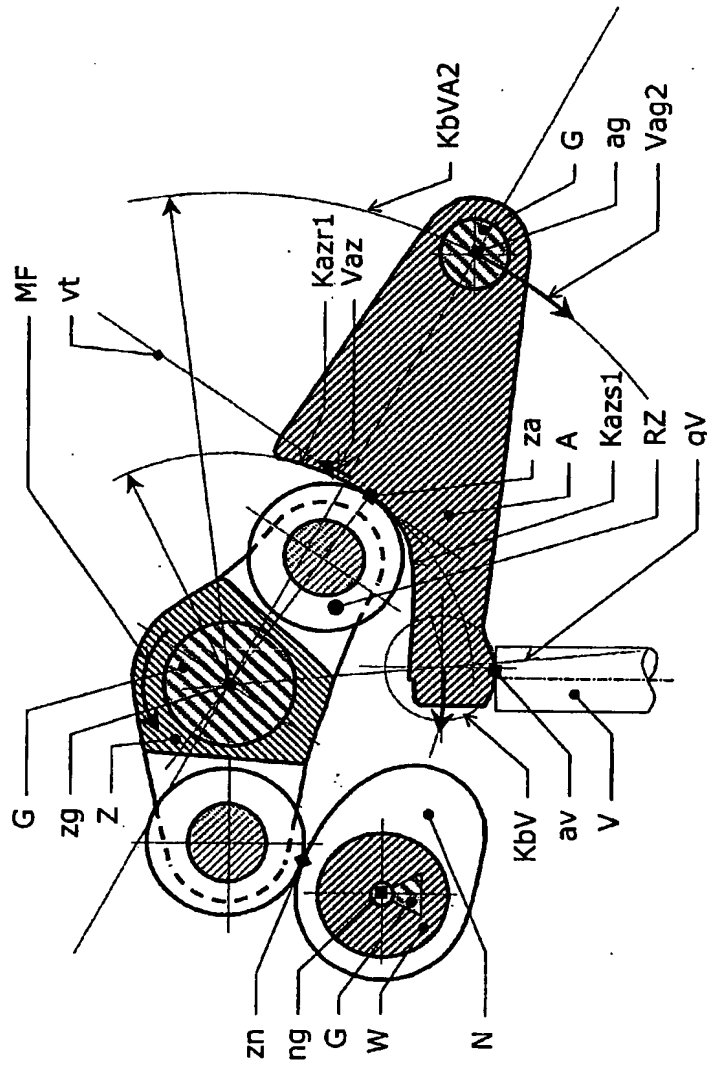


Abbildung 4

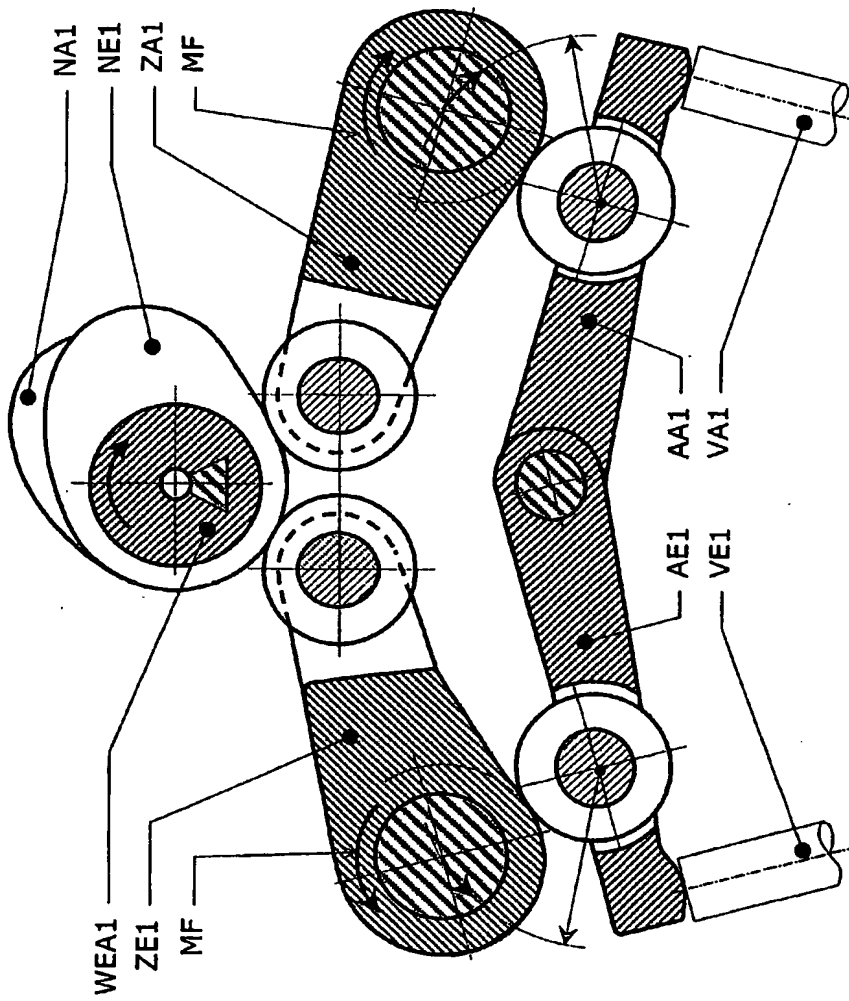


Abbildung 5

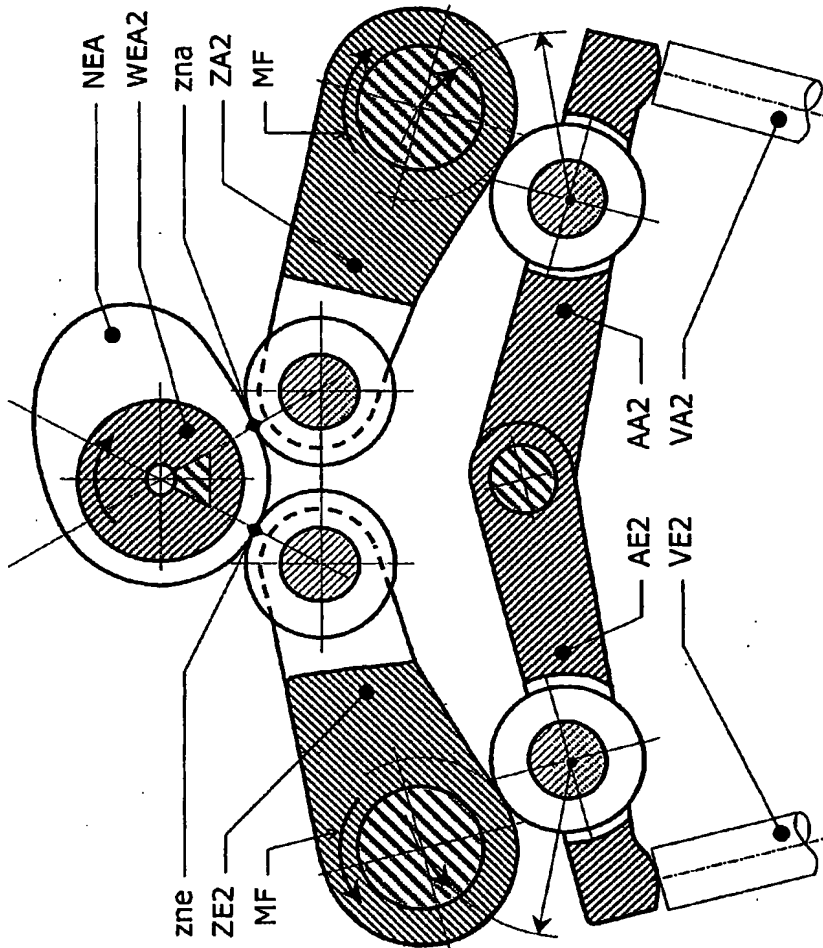


Abbildung 6



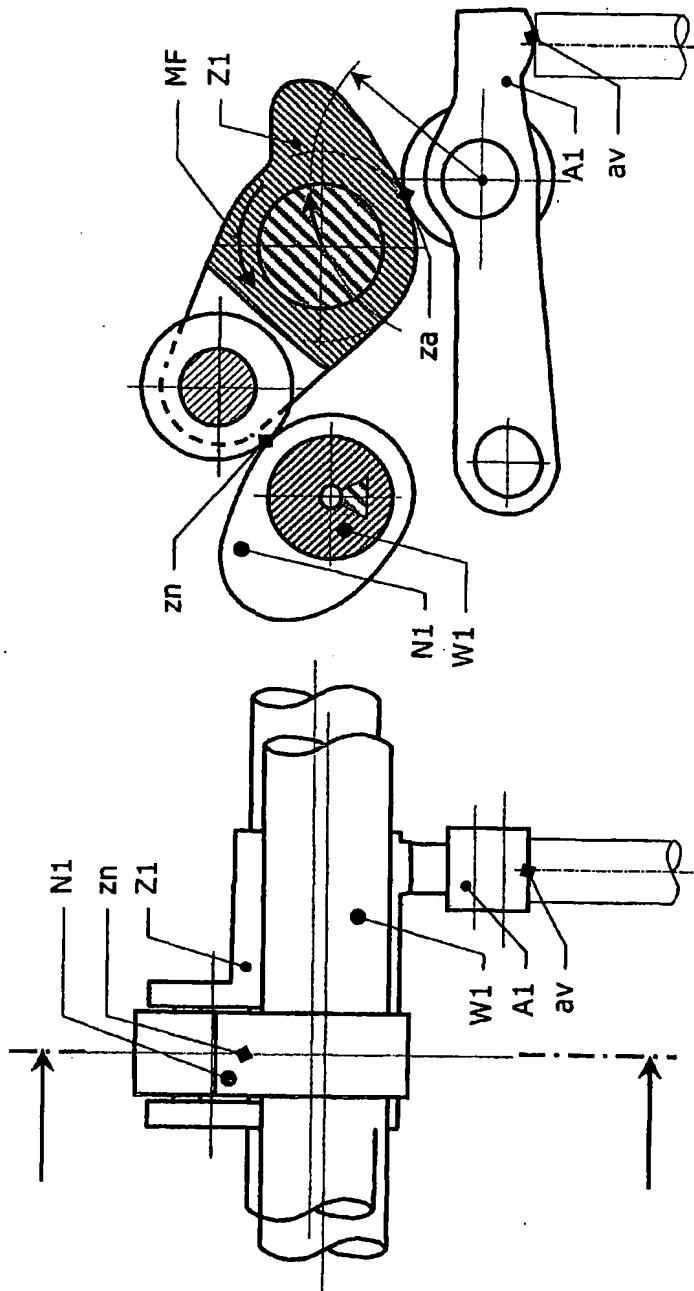


Abbildung 7

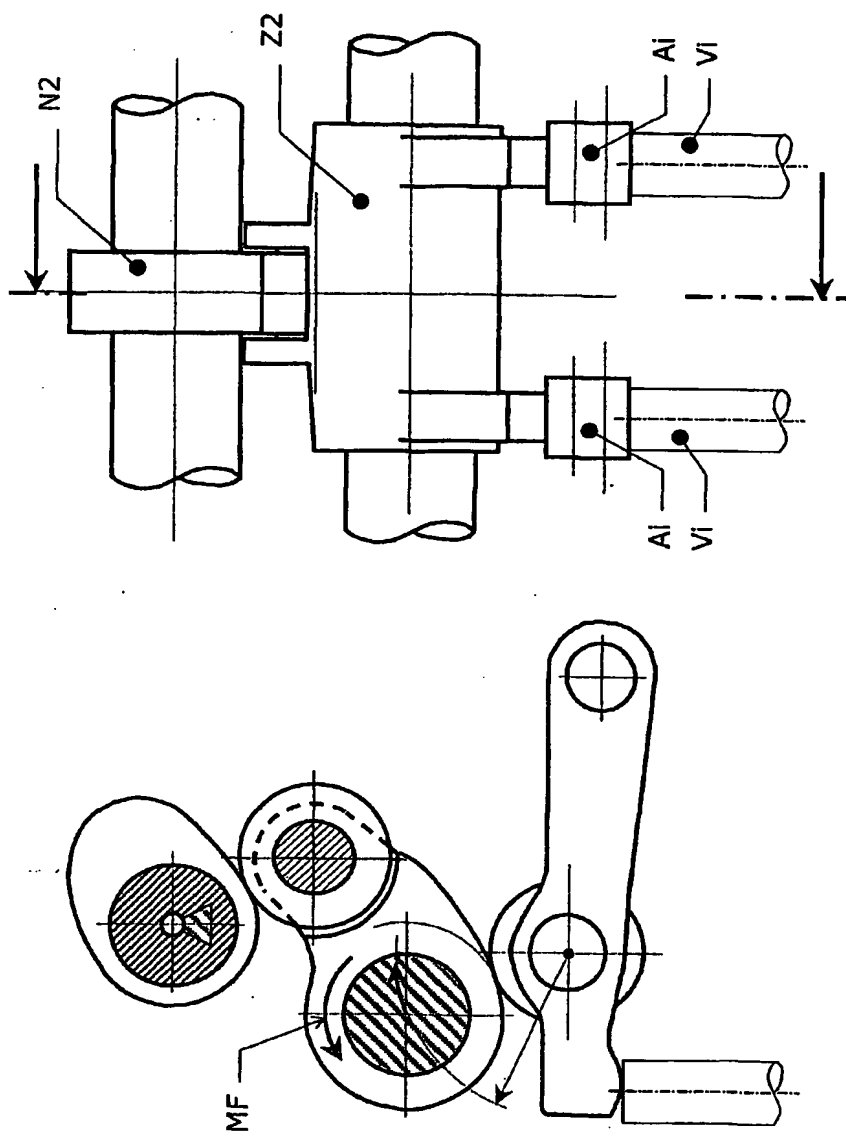


Abbildung 8

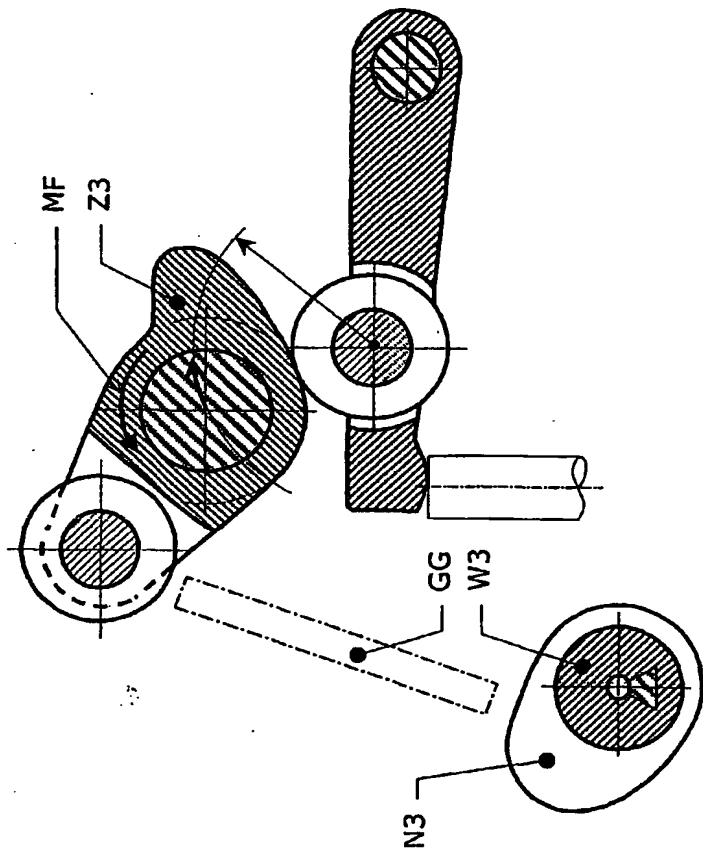


Abbildung 9

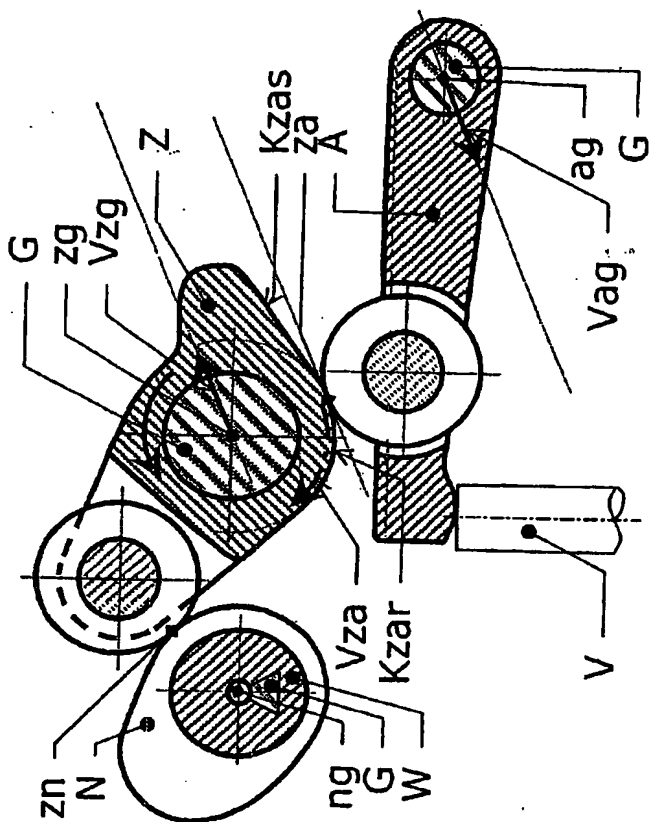


Abbildung 10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 02/04681

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F01L13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 717 174 A (ISUZU MOTORS LTD) 19 June 1996 (1996-06-19) the whole document ---	1,7
A	DE 199 60 742 A (IAV GMBH INGENIEURGESELLSCHAFT) 21 June 2001 (2001-06-21) the whole document ---	1,7
A	DE 29 51 361 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 2 July 1981 (1981-07-02) the whole document --- -/--	1,7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 Apr 11 2003

Date of mailing of the international search report

08/05/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Klinger, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/DE 02/04681

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 326 (M-441), 21 December 1985 (1985-12-21) &amp; JP 60 159319 A (SUZUKI JIDOSHA KOGYO KK), 20 August 1985 (1985-08-20) abstract; figures 1,2</p>	1,7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/DE 02/04681

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0717174	A	19-06-1996	JP 8165910 A	25-06-1996
			JP 8189318 A	23-07-1996
			JP 8218831 A	27-08-1996
			EP 0717174 A1	19-06-1996
DE 19960742	A	21-06-2001	DE 19960742 A1	21-06-2001
DE 2951361	A	02-07-1981	DE 2951361 A1	02-07-1981
JP 60159319	A	20-08-1985	NONE	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/04681

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F01L13/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 717 174 A (ISUZU MOTORS LTD) 19. Juni 1996 (1996-06-19) das ganze Dokument	1,7
A	DE 199 60 742 A (IAV GMBH INGENIEURGESELLSCHAFT) 21. Juni 2001 (2001-06-21) das ganze Dokument	1,7
A	DE 29 51 361 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 2. Juli 1981 (1981-07-02) das ganze Dokument	1,7
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

## \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*A\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. April 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/05/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Klinger, T



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 326 (M-441), 21. Dezember 1985 (1985-12-21) &amp; JP 60 159319 A (SUZUKI JIDOSHA KOGYO KK), 20. August 1985 (1985-08-20) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----</p>	1,7

# INTERNATIONALER RESEARCHBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/04681

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0717174	A	19-06-1996	JP	8165910 A	25-06-1996
			JP	8189318 A	23-07-1996
			JP	8218831 A	27-08-1996
			EP	0717174 A1	19-06-1996
DE 19960742	A	21-06-2001	DE	19960742 A1	21-06-2001
DE 2951361	A	02-07-1981	DE	2951361 A1	02-07-1981
JP 60159319	A	20-08-1985	KEINE		